

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)特許公報 (B2)

(11)特許番号

特許第3152182号
(P3152182)

(45)発行日 平成13年4月3日(2001.4.3)

(24)登録日 平成13年1月26日(2001.1.26)

(51) Int.Cl.
G 0 2 B 6/12
6/13
G 0 2 F 1/01

識別記号

P I
G 0 2 B 6/12 H
G 0 2 F 1/01 C
G 0 2 B 6/12 M

請求項の数6(全5頁)

(21)出願番号 特願平9-274457
(22)出願日 平成9年10月7日(1997.10.7)
(65)公開番号 特開平11-109157
(43)公開日 平成11年4月23日(1999.4.23)
審査請求日 平成10年4月15日(1998.4.15)

(73)特許権者 000005120
日立電線株式会社
東京都千代田区大手町一丁目6番1号
(72)発明者 鈴木 良治
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社 オプトロシステム研究所内
(72)発明者 上塚 尚登
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社 オプトロシステム研究所内
(74)代理人 100068021
弁理士 細谷 信雄
審査官 岡田 吉美

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ガラス導波路素子及びその製造方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】基板と、該基板上に形成されたアンダークラッドと、該アンダークラッド上に形成され光の伝搬方向に沿って屈折率が周期的に変化する回折格子を有するコアと、該コアを覆うオーバークラッドと、該オーバークラッドに設けられ上記回折格子のブレグ波長を変化させるためのヒータとを備えたガラス導波路素子であって、上記コア及びその周辺部は上記基板からコアの長手方向に沿って連続的に離れた状態に形成されていると共に両クラッドから断続的に離れた状態にするためのピットが形成されており、上記ピットに挟まれた内側にあるオーバークラッドの上面に、コアの温度を変化させるため、該コアに沿うように金属多層膜からなるヒータが形成され、かつ、上記ヒータの中央部には、上記コアに周期的な屈折率変化を生じさせるための紫外光を照射す

10

2

るための開口部が形成されていることを特徴とするガラス導波路素子。

【請求項2】上記ヒータは、上記オーバークラッド上に形成されたチタン層と、該チタン層の上に形成された白金層とで構成されている請求項1に記載のガラス導波路素子。

【請求項3】上記ヒータは、ワイヤボンディングすべきバッド領域がチタン、白金及び金からなる3層膜であり、発熱領域がチタン及び白金からなる2層膜である請求項1に記載のガラス導波路素子。

【請求項4】基板上に薄膜を形成し、所望の光回路に該薄膜を合わせて該バーニングしてテラスを形成し、該テラス上にアンダークラッド、コア及びオーバークラッドを順次形成した後、該コアの両側にコアに沿うように上記テラスまで到達する深さを有するピットを断続的

3

に形成し、該ピットから上記テラスをエッチングできる物質を侵入させて上記テラスをコアの長手方向に沿って連続的に除去し、上記コアに光の伝搬方向に沿って周期的に屈折率が変化する回折格子を形成し、上記ピットに挿まれた内側にあるオーバークラッドの上面に、コアの温度を変化させるため、該コアに沿うように金属多層膜からなるヒータを形成すると共に、上記ヒータの中央部に、上記コアに周期的な屈折率変化を生じさせるための紫外光を照射するための開口部を形成することを特徴とするガラス導波路素子の製造方法。

【請求項5】 上記オーバークラッド上にチタン層を形成し、該チタン層の上に白金層を形成することによりヒータとする請求項4に記載のガラス導波路素子の製造方法。

【請求項6】 上記ヒータは、エッチング若しくはリフトオフ法によってチタン、白金、金の3層膜として形成し、ワイヤボンディングするためのバッド領域はそのまま3層膜とし、ヒータ領域は金のみを除去して2層膜とする請求項4に記載のガラス導波路素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガラス導波路素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、光通信技術の発展に伴い、波長多重(WDM)通信が行われるようになっている。この種の通信には光ファイバ内を伝搬した波長多重光を分離するため、ある波長の光を透過させるか反射させるかを選択できる素子が必要である。

【0003】この種の素子としては、光ファイバにゲルマニウムを添加した導波路に紫外光を照射することによる誘起屈折率変化で光の伝搬方向に沿った回折格子を形成し、さらにヒータ等によってこの導波路、つまり回折格子の温度を変化させてブレーリング波長を変化させることにより、ある波長を透過させるか反射させるかを選択するものがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、光ファイバを用いた従来の素子は、ヒータ等を実装するため製造工程が複雑でありコストがかかる。また、光ファイバを用いているため本質的に小型化、集積化に適さない。従って将来、波長多重通信の多重量が16チャネル、32チャネルと増加していくにしたがい、価格、量産性の見地から従来の素子では多重化に対応することは実質的に困難である。

【0005】そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、小型化、集積化が容易で量産可能なガラス導波路素子及びその製造方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

4

に本発明のガラス導波路素子は、基板と、基板上に形成されたアンダークラッドと、アンダークラッド上に形成され光の伝搬方向に沿って屈折率が周期的に変化する回折格子を有するコアと、コアを覆うオーバークラッドと、オーバークラッドに設けられ回折格子のブレーリング波長を変化させるためのヒータとを備えたガラス導波路素子であって、コア及びその周辺部は基板からコアの長手方向に沿って連続的に離れた状態にするためのピットが形成されており、ピットに挿まれた内側にあるオーバークラッドの上面に、コアの温度を変化させるため、コアに沿うように金属多層膜からなるヒータが形成され、かつ、ヒータの中央部には、コアに周期的な屈折率変化を生じさせるための紫外光を照射するための開口部が形成されているものである。

【0007】

【0008】

【0009】

【0010】また本発明のガラス導波路素子の製造方法は、基板上に薄膜を形成し、所望の光回路に薄膜を合わせてバターニングしてテラスを形成し、テラス上にアンダークラッド、コア及びオーバークラッドを順次形成した後、コアの両側にコアに沿うようにテラスまで到達する深さを有するピットを断続的に形成し、ピットからテラスをエッチングできる物質を侵入させてテラスをコアの長手方向に沿って連続的に除去し、コアに光の伝搬方向に沿って周期的に屈折率が変化する回折格子を形成し、ピットに挿まれた内側にあるオーバークラッドの上面に、コアの温度を変化させるため、コアに沿うように金属多層膜からなるヒータを形成すると共に、ヒータの中央部に、コアに周期的な屈折率変化を生じさせるための紫外光を照射するための開口部を形成するものである。

【0011】上記構成に加え本発明のガラス導波路素子の製造方法は、薄膜がシリコンからなるのが好ましい。

【0012】上記構成に加え本発明のガラス導波路素子の製造方法は、オーバークラッド及びアンダークラッドを貫通する空隙からなるピットを、製造中は薄膜を除去するためのエッチング物質の流入経路として用い、完成後はコアの横方向周辺部への熱放散を抑止するための断熱構造として機能させるのが好ましい。

【0013】

【0014】上記構成に加え本発明のガラス導波路素子の製造方法は、オーバークラッド上にチタン層を形成し、チタン層の上に白金層を形成することによりヒータとするのが好ましい。

【0015】上記構成に加え本発明のガラス導波路素子の製造方法は、ヒータは、エッチング若しくはリフトオフ法によってチタン、白金、金の3層膜として形成し、ワイヤボンディングするためのバッド領域はそのまま3層膜とし、ヒータ領域は金のみを除去して2層膜とする

50

(3)

特許3152182

5

のが好ましい。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0017】図1は本発明のガラス導波路素子の一実施の形態を示す概観斜視図である。尚、具体的な数値を挙げて説明しているが限定されるものではない。

【0018】石英基板1上にアンダークラッド2が形成され、アンダークラッド2の上に光の伝搬方向に沿って屈折率が周期的に変化する回折格子を有するコア3が形成されている。コア3はオーバークラッド4で覆われている。コア3及びその周辺部には、石英基板1及び両クラッド2、4から断続的に離れた状態にするための四凹断面形状の空隙(ピット)5が形成されている。

【0019】尚、コア3の下に位置するアンダークラッド2と石英基板1との間には、後に述べる製造方法によって、ガラス導波路素子の長手方向全長にわたり空隙となっている。

【0020】オーバークラッド4上のコア3に対応する位置には回折格子のプラグ波長を変化させるためのヒータ6が設けられている。ヒータ6の中央部(発熱領域)6aには、コア3に周期的な屈折率変化を生じさせるための紫外光を照射するための開口部7が形成されている。6bはヒータ6に電圧を印加するためのパッド領域である。

【0021】ピット5の幅は約20μm、長さは約3.3mm、深さは約40.5μmであり、ピット5の長手方向の間隔は約0.2mm、幅方向の間隔は約130μmである。

【0022】次に図1に示したガラス導波路素子の製造方法について説明する。

【0023】図2(a)～図2(g)は図1に示したガラス導波路素子の製造方法を示す工程図である。

【0024】石英基板1上に厚さ約2.5μmのシリコン薄膜8をスパッタ法によって基板全面に成膜する(図示せず)。このシリコン薄膜をフォトリソグラフィによりシリコンテラス8にパターニングする(図2(a))。

【0025】プラズマCVDを用いて厚さ約8μmのアンダークラッド2を形成する(図2(b))。

【0026】スパッタ法を用いて、ゲルマニウムを添加した厚さ約6μmのコア膜をアンダークラッド2上の全面に成膜し(図示せず)、フォトリソグラフィによりコア(光回路)3を形成する(図2(c))。

【0027】火炎堆積法によって厚さ30μmのオーバークラッド4を形成する(図2(d))。

【0028】リフトオフ法によって厚さ約0.1μmのチタン層、厚さ約0.5μmの白金層、厚さ約0.5μmの金層の3層からなるヒータ6を形成する。但し、発熱領域6aは金をエッチングにより除去し、チタン及び

(3)

6

白金の2層構造とする(図2(e))。

【0029】ヒータ6の両側にピット5を形成する。このピット5のエッチングはシリコンテラス8に到達するまで行う(図2(f))。

【0030】エッチングによりシリコンテラス8をガラス導波路素子の長手方向全長にわたって全て除去する(図2(g))。

【0031】ダイシングにより各素子に分割し、エキシマレーザを照射してコア3にプラググレーティングを形成することによりガラス導波路が得られる。

【0032】ヒータ6に電流を流すことにより、プラグ波長のシフトを確認した。例えば、ヒータ電流80mAにおいて長波長側に0.4nmであった。

【0033】ここで、薄膜材料としてシリコンを用いたのは、石英材料との相性、成膜の容易さ、高温耐性、さらに製造工程において石英との選択エッチングが比較的身近で安全なためである。

【0034】ヒータ材料として通常はクロムが用いられるが、ヒータ形成後に紫外光、具体的にはエキシマレーザを照射するのでクロムは使用できず、レーザ光の照射に耐える高融点金属であり、かつ反応性に乏しい安定な金属、特に酸化しにくい金属で、さらにヒータとして使用できる抵抗率を有する金属として実験検討した結果、白金が最適である。但し、白金はガラスとの密着性が弱いので、チタンを挿入することにより密着性を高めている。従ってヒータは2層構造にする必要がある。

【0035】以上において本発明によれば、波長多重通信のさらなる多重化に対し、光ファイバを用いた従来素子と同様の特性を有し、小型化、集積化が容易で量産可能なガラス導波路素子及びその製造方法の提供を実現できる。

【0036】尚、本実施の形態ではコアに添加する元素としてゲルマニウムを用いたが、これに限定せず、紫外光に対して誘起屈折率変化を生じる元素、例えばリンなどを添加しても同様の効果が得られる。また、アンダークラッド、コア、オーバークラッドの成膜方法として他の方法を用いてもよい。

【0037】
【発明の効果】以上要するに本発明によれば、ガラス導波路のアンダークラッド及びオーバークラッドで覆われたコア及びその周辺部は基板からコアの長手方向に沿って連続的に離れた状態に形成されていると共に、両クラッドから断続的に離れた状態に形成されており、小型化、集積化が容易で量産可能なガラス導波路素子及びその製造方法の提供を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のガラス導波路素子の一実施の形態を示す概観斜視図である。

【図2】(a)～(g)は図1に示したガラス導波路素子の製造方法を示す工程図である。

(4)

特許3152182

7

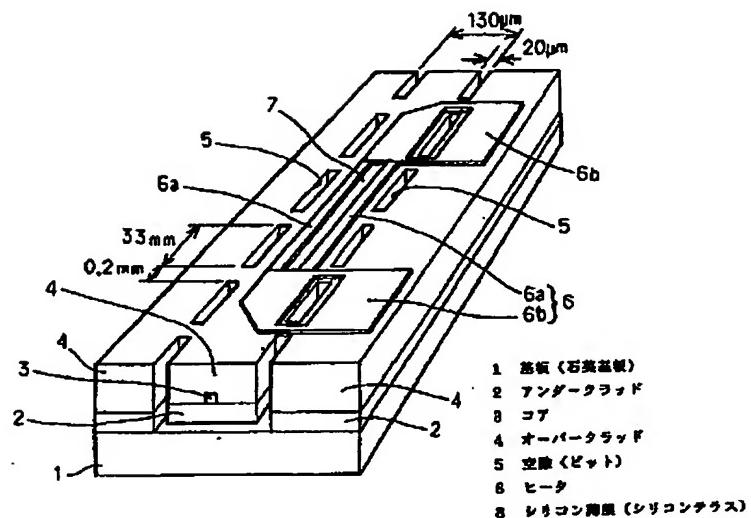
8

【符号の説明】

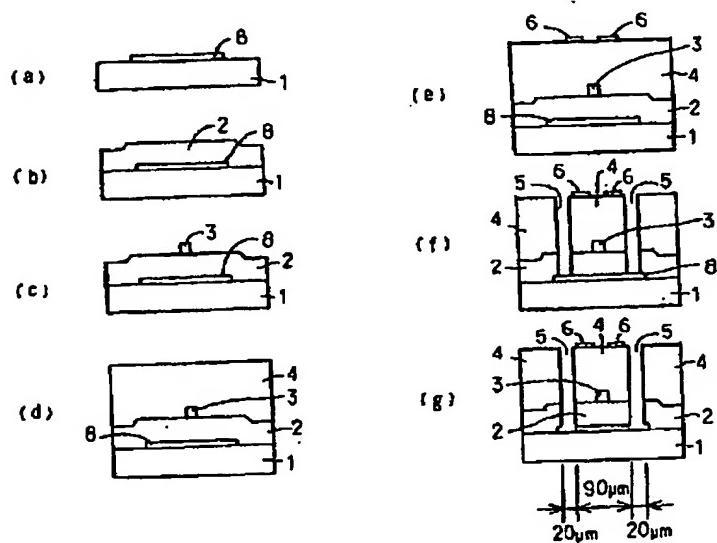
- 1 基板（石英基板）
2 アンダークラッド
3 コア
4 オーバークラッド
5 空隙（ピット）
6 ヒータ
* 8 シリコン薄膜（シリコンテラス）

* 8 シリコン薄膜（シリコンテラス）

【図1】



【図2】



(5)

特許3152182

フロントページの続き

(72)発明者 小林 大

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日
立電線株式会社 オプトロシステム研究
所内

(72)発明者 荒井 英明

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日
立電線株式会社 オプトロシステム研究
所内

(72)発明者 田村 雄識

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日
立電線株式会社 オプトロシステム研究
所内

(56)参考文献

特開 平7-84225 (J P, A)
特開 平1-158413 (J P, A)
特開 平7-191351 (J P, A)
特開 平8-43777 (J P, A)
特開 平8-101319 (J P, A)
特開 平10-333191 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/12 - 6/14
G02F 1/00 - 1/125
J I C S T ファイル (J O I S)